

## PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN KOMPOR ENERGI MATAHARI PORTABEL TIPE PARABOLA KIPAS

Mohammad Bayu Dwicaksono<sup>1)</sup>, Chalilullah Rangkuti<sup>2)</sup>  
<sup>1,2)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti  
dwicaksono\_bayu@yahoo.co.id  
chalil@trisakti.ac.id

### ABSTRAK

Perancangan kompor energi matahari untuk keperluan rumah tangga menjadi pilihan untuk alat memasak alternatif untuk masyarakat Indonesia yang sedang mengalami krisis bahan bakar fosil yang semakin menipis. Dari penelitian sebelumnya, kompor energi matahari menggunakan bahan Aluminium foil dan plat Aluminium. Sehingga penelitian kali ini akan merubah desain kompor yang sebelumnya reflektor statis menjadi portabel dengan tipe parabola kipas berbahan plat *Stainlees Steel Mirror* 304. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan standarisasi *American Society of Agricultural Engineers Standard* (ASAE) S580. Hasil utama yang dicapai ialah terwujudnya sebuah purwa rupa kompor energi matahari yang portabel, desain mudah dirakit dan digunakan oleh seluruh kalangan usia. Selain itu pengujian ini berhasil mencapai suhu yang cukup memuaskan dalam waktu yang tidak begitu lama. Untuk Daya Masak Terstandarisasi dengan temperatur tertinggi 84 °C, Temperatur Stagnasi Terstandarisasi 84 °C, Waktu Pemanasan Sensibel Terstandarisasi 4148,86 detik atau 69 menit, waktu Masak Tanpa Diawasi Terstandarisasi 10277,65 detik atau 171,30 menit. Untuk mendapatkan luas tangkapan sinar matahari seluas 1 m<sup>2</sup> maka didapatkan dimensi kompor energi matahari dengan diameter reflektor sebesar 117 cm dengan fokus 13 cm, dan berat alat keseluruhan adalah 20 kg. Daya masak pun memenuhi standar yang berlaku sehingga kompor ini dapat digunakan untuk proses memasak sehari-hari dengan cuaca yang cerah dan cukup intensitas cahaya matahari.

**Kata Kunci :** *Kompor Energi Matahari, ASAE S580, Stainlees Steel Mirror 304, Tipe Parabola Kipas*

### PENDAHULUAN

Energi matahari merupakan sumber energi yang utama bagi kehidupan di bumi. Selain itu panas matahari juga berperan penting dalam menjaga kehidupan di bumi ini. Tanpa energi panas dari matahari maka seluruh kehidupan di muka bumi akan sangat dingin dan tidak ada makhluk hidup yang sanggup dengan keadaan seperti itu. Energi panas matahari merupakan energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi terutama bagi negara yang terletak di daerah khatulistiwa termasuk Indonesia, di mana matahari dapat bersinar sepanjang tahun.

Suhu udara atau temperatur adalah panas dan dinginnya udara. Suhu udara diukur dengan termometer. Rata-rata suhu udara di Indonesia cukup tinggi, yaitu 28°C. Suhu udara paling tinggi mencapai 34°C dan terjadi sekitar pukul 15.00 setiap hari pada saat hari cerah. Suhu udara paling rendah sekitar 23°C terjadi pada pukul 06.00.

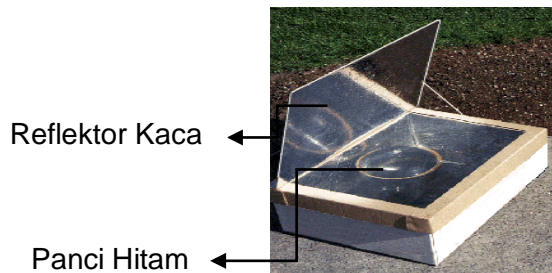
Pada penelitian ini telah dirancang sebuah kompor energi matahari yang portabel, berbentuk parabola kipas sebagai salah satu inovasi kompor untuk masyarakat Indonesia yang sedang mengalami krisis bahan bakar fosil yang semakin menipis. Seperti namanya, kompor energi matahari menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya dengan memantulkan dan memusatkan sinar tersebut dengan reflektor tipe kipas sehingga menghasilkan energi panas yang lebih efisien digunakan untuk memasak makanan. Bagi daerah beriklim tropis seperti Indonesia yang menerima paparan sinar matahari yang melimpah, kompor energi matahari dapat menjadi pilihan untuk alat memasak alternatif.

## STUDI PUSTAKA

### JENIS-JENIS KOMPOR ENERGI MATAHARI

#### KOMPOR KOTAK

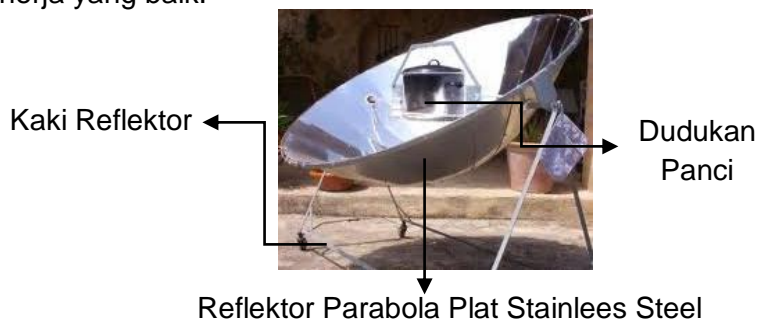
Kompur surya tipe kotak menurut Bergler, (1999), pancinya berada dalam lingkungan yang terisolasi oleh dinding, dengan kaca reflektor di bagian atas yang sering disesuaikan sandarannya terhadap sinar datang. Kompur surya kotak memanfaatkan kedua sinar radiasi langsung dan baur.



Gambar 1. Kompur Kotak

#### KOMPOR PARABOLA

Kompur surya parabola menurut Bergler (1999); sinar radiasi langsung dikonsentrasikan ke panci. Kompur surya parabola sangat efisien tetapi memerlukan perhatian pemakaian untuk menjaga sinar matahari selalu terfokuskan ke panci agar diperoleh kinerja yang baik.



Reflektor Parabola Plat Stainlees Steel

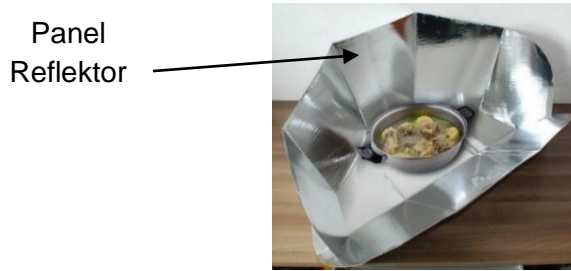
Gambar 2. Kompur Parabola

#### KOMPOR PANEL

Kompur panel biasanya terdiri dari bejana masak (panci atau wajan) yang biasanya digelapkan atau dihitamkan, kantong memasak oven atau mangkuk kaca transparan beserta panel reflektif. Panel ini bisa dibuat dari aluminium foil di atas karton bergelombang, atau dari panel logam timah atau lembaran yang dipoles menjadi kemilau tinggi dan juga dengan cermin.

Kantong oven atau mangkuk kaca memungkinkan sinar UV matahari untuk menembus makanan pada gilirannya menjebak energi; (Panas) mencegah pelariannya.

Panel reflektor memusatkan sinar matahari ke bejana memasak yang berisi makanan, dengan cara yang sama panel melakukannya di kompor kotak surya. Panel masak biasanya lebih sederhana dan lebih ekonomis untuk dibangun dan menghasilkan efektivitas memasak yang sama untuk kebanyakan semua. Situasi. Beberapa panel kompor dapat mencapai suhu yang relatif tinggi tergantung pada pot dan makanan yang dimasak.



Gambar 3. Kompor Panel

## STANDAR PENGUJIAN KOMPOR ENERGI MATAHARI

Oven surya atau kompor tenaga surya adalah perangkat masak yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi. Pengujian kompor tenaga surya pada dasarnya diperlukan untuk menguji apakah kompor dapat berfungsi sesuai fungsinya. Menurut Shawn Shaw (2008), dengan begitu banyak jenis kompor tenaga surya, pengujian juga diharapkan dapat mencakup faktor-faktor yang dapat dinilai dan dibandingkan antara kompor yang satu dengan kompor yang lain. Standar pengujian yang ideal sebaiknya mencakup beberapa hal seperti reproduksi, efisiensi, pemahaman, objektivitas. Selain itu, pengujian juga harus dapat menjawab pertanyaan umum mengenai kompor tenaga surya seperti :

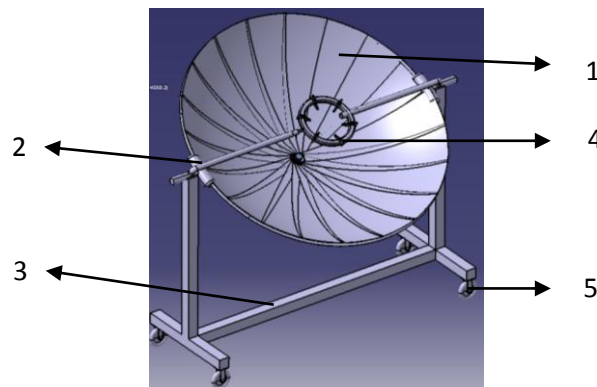
1. Berapa lama waktu yang digunakan untuk memasak?
2. Berapa panas yang dapat dicapai?
3. Apakah mudah digunakan dan praktis?
4. Apakah aman untuk digunakan?

## JENIS PENGUJIAN

Standar pengujian ini mencakup enam kriteria. Kriteria ini akan dibagi menjadi empat kriteria termal dan dua kriteria non termal. Kriteria termal terdiri dari penilaian berdasarkan hasil kinerja dengan data yang dapat dihitung. Kriteria non termal dari pengukuran berat dan luas penampang dari alat yang membantu penilaian utilitasnya. Selain itu akan dilakukan beberapa penilaian secara subjektif mengenai faktor lain seperti kemudahan dalam penggunaan, biaya, dan fatal lainnya. Kriteria termal dan non termal secara berurutan adalah:

1. Daya Masak Terstandarisasi (*Standard cooking Power*)
2. Temperatur Stagnasi Terstandarisasi (*Standard Stagnation Temperature*)
3. Waktu Pemanasan Sensibel Terstandarisasi (*Standard Sensible Heating*)
4. Waktu Masak Tanpa Diawasi Terstandarisasi (*Unattended Cooking Time*)

## KONSEP PERANCANGAN



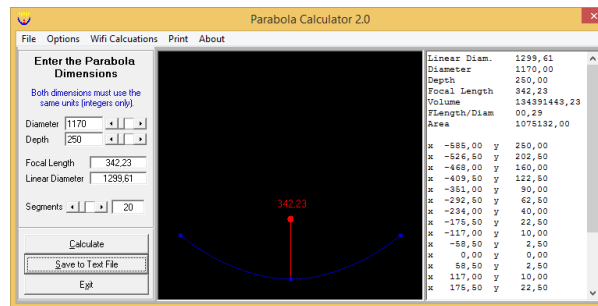
Gambar 4. Kompor Energi Matahari Parabola Tipe Kipas

Keterangan gambar 4 Kompor Energi Matahari Parabola Tipe Kipas :

1. Reflektor Plat *Stainless Steel Mirror 304*.
2. Rangka Reflektor.
3. Kaki Rangka Reflektor.
4. Dudukan Panci.
5. Roda Troli.

## MEMBUAT SIMULASI PADA SOFTWARE PARABOLIC 2.0

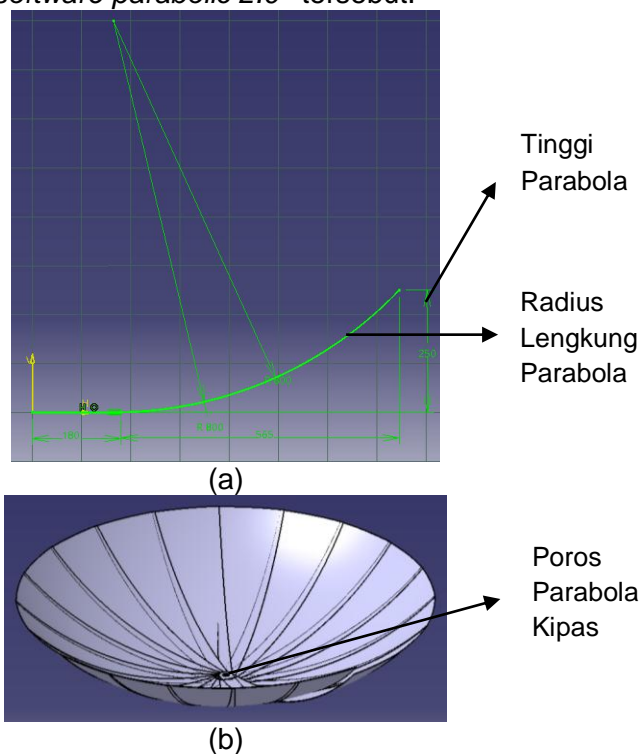
Software parabolic 2.0<sup>®</sup> membantu kita untuk membuat model parabola dengan Diameter dan Kedalaman dari bentuk parabola itu sendiri. Juga dapat memberikan koordinat sumbu x dan y untuk mendapatkan titik fokus dari parabola.



Gambar 5. Hasil Simulasi Pada Software parabolic 2.0

## MEMBUAT MODEL DENGAN SOFTWARE CATIA

Setelah mendapat hasil perhitungan *software parabolic 2.0*<sup>®</sup> didapat ukuran diameter dan kedalaman serta titik fokus. Dapat dilihat pada gambar 3.4, kemudian dilanjutkan dengan ukuran tersebut kedalam model catia dan dilihat hasil tersebut apa sudah sesuai dengan data *software parabolic 2.0*<sup>®</sup> tersebut.



Gambar 6. (a) Dimensi parabolic dengan *software CATIA*, (b) Hasil penggabungan 20 keping potongan parabola

Dari Gambar 6(a) terdapat sketsa dimensi dari potongan parabola kipas dengan menggunakan *software* catia. Selanjutnya pada Gambar 6(b) adalah hasil pemodelan setelah 20 keping dibuat dan digabungkan pada satu poros.

## HASIL PEMBUATAN

Komporenergi matahari tipe kipas yang penulis buat dengan bahan *Stainless Steel Mirror* 304. Plat tersebut berfungsi sebagai reflektor penerima dan penghantar energi matahari untuk kegiatan memasak dilingkungan terbuka. Daerah teropis di Indonesia cocok digunakan alat ini.



Gambar 7. Hasil Pembuatan Komporenergi Matahari Parabola Tipe Kipas

Tabel 7 Komponen, Bahan dan Ukuran Komporenergi Matahari

Nama Komponen	Keterangan	
	Bahan	Ukuran
1. Plat Reflektor	SS <i>Mirror</i> 304	Diameter : 1170 mm Kedalaman : 250 mm Radius lengkungan : 585 mm
2. Rangka Reflektor	Besi 12 (Ukuran diameter : 12 mm)	Diameter : 1170 mm Radius lengkungan : 800 mm
3. Kaki Rangka	Besi <i>Hollow</i> (Ukuran 50x50 mm)	Tebal : 3 mm
4. Dudukan Panci	Besi 8 (Ukuran diameter : 8 mm)	Diameter : 25 mm
5. Roda Troli	Ban Karet	Dimensi dudukan pengait : 50x50 mm
6. Rangka Pemegang Dudukan Panci	Besi Pipa (Ukuran diameter : 25 mm)	Tebal : 2 mm

## DAYA MASAK TERSTANDARISASI

Pengujian Daya Masak Terstandarisasi untuk kompor energi matahari dengan bahan plat reflektif *Stainless Steel Mirror* 304 dilakukan pada tanggal 12 Mei 2017. Data pengukuran berupa temperatur air yang direkam setiap interval 5 menit. Kemudian dari data tersebut akan dihitung nilai P, yaitu nilai *Cooking Power*, dengan perhitungan nilai P untuk interval pertama adalah sebagai berikut.

$$T_1 = 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 303\text{ K}$$

$$T_2 = 32,9\text{ }^{\circ}\text{C} = 305,9\text{ K}$$

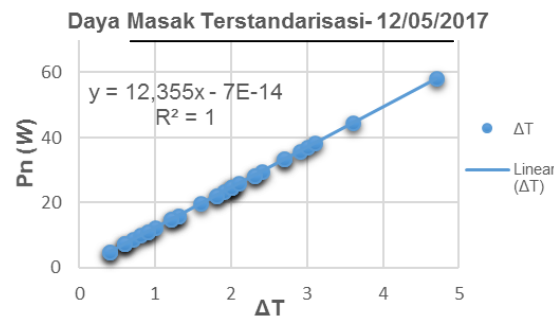
$$M = 1\text{ kg}$$

$$C = 4186\text{ J/kg.K}$$

$$P_1 = \frac{MC(T_2 - T_1)}{300} = 40,46 \text{ W}$$

Nilai P dicari untuk setiap interval dan akan dinormalisasikan dengan rumus (1). Perhitungan untuk menormalisasi nilai  $P_1$  adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P_{n1} &= p \left( \frac{850}{I_{measured}} \right) \text{ W/m}^2 \\ P_{n1} &= 40,46 \text{ W} \frac{850 \text{ W/m}^2}{960 \text{ W/m}^2} \\ P_{n1} &= 35,82 \text{ W} \end{aligned} \quad (1)$$

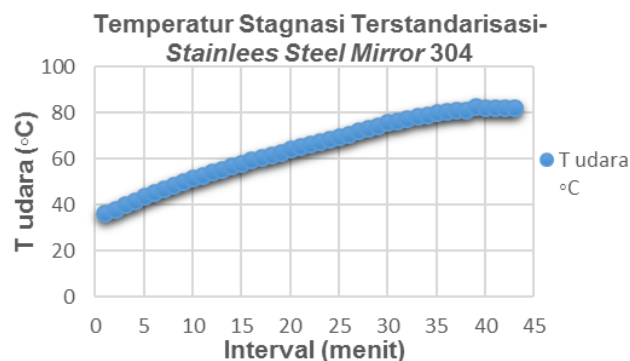


Gambar 8. Grafik Daya Masak Terstandarisasi – 12 Mei 2017

## TEMPERATUR STAGNASI TERSTANDARISASI

Pengujian Temperatur Stagnasi Ter-standarisasi untuk kompor energi matahari tipe kipas dengan bahan *Stainlees Steel Mirror* 304 dilakukan pada tanggal 15 Mei 2017. Dari data pencatatan temperatur men-dapatkan suhu tertinggi yang dicapai adalah 82 °C. Dengan demikian perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (2), sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_s &= 82 \text{ } ^\circ\text{C} \\ T_a &= 35 \text{ } ^\circ\text{C} \\ I_{measured} &= 960 \text{ W/m}^2 \\ SST &= \frac{T_s - T_a}{I_{measured}} 850 \text{ W/m}^2 \\ SST &= \frac{82^\circ\text{C} - 35^\circ\text{C}}{960 \text{ W/m}^2} 850 \text{ W/m}^2 = 41,6 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (2)$$



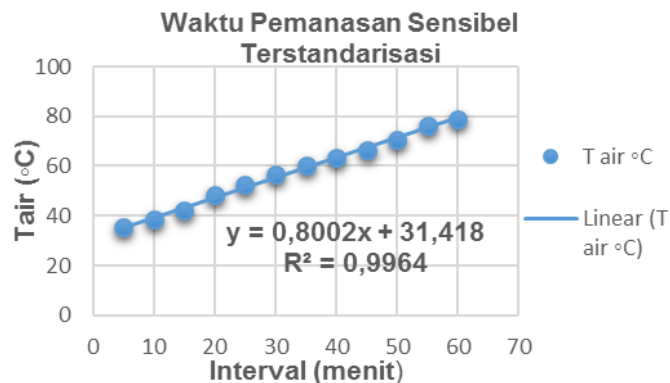
Gambar 9. Temperatur Stagnasi Terstandarisasi – *Stainlees Steel Mirror* 304



### WAKTU PEMANASAN SENSIBEL TERSTANDARISASI

Pengujian standard sensibel *heating time* untuk kompor energi matahari tipe kipas Dengan bahan *stainless steel mirror 304* dilakukan pada tanggal 16 Mei 2017. Dari data tersebut dapat diketahui besaran yang diperlukan untuk menghitung *standard sensible heating time* dengan menggunakan rumus (3) :

$$\begin{aligned} \Delta T_o &= 50 \text{ }^{\circ}\text{C} & I &= 960 \text{ W/m}^2 \\ I_o &= 850 \text{ W/m}^2 & t &= 3600 \text{ detik} \\ \Delta T &= 49 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ t_o &= \frac{I \Delta T_o}{I_o \Delta T} t \\ t_o &= \frac{960 \text{ W/m}^2 \times 50^{\circ}\text{C}}{850 \text{ W/m}^2 \times 49^{\circ}\text{C}} 3600s = 4148,86 \text{ detik} \end{aligned} \quad (3)$$

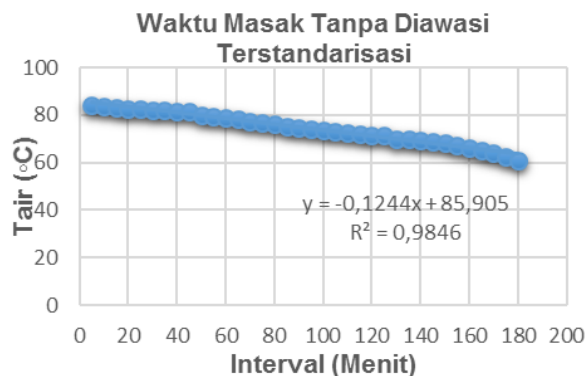


Gambar 10. Waktu Pemanasan Sensibel Terstandarisasi – *Stainless Steel Mirror 304*

### WAKTU MASAK TANPA DIAWASI TERSTANDARISASI

Pengujian *unattended cooking time* untuk kompor energi matahari tipe kipas dengan bahan *stainless steel mirror 304* dilakukan pada tanggal 17 Mei 2017. Berdasarkan data yang didapatkan, pendinginan temperatur ditargetkan untuk mencapai 20 °C di bawah temperatur maksimal saat pengujian yaitu 84 °C. Jadi yang harus dicapai adalah 60,7 °C. Suhu tersebut dicapai pada interval ke 36. Dengan data tersebut dapat diketahui *unattended cooking time* dengan menggunakan rumus (4) berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned} t &= \text{Interval } 36 = 36 \times 5 \times 60 = 9100 \text{ detik} \\ I_o &= 960 \text{ W/m}^2 \\ t_{c,s} &= t_c \frac{I_o}{I} \\ t_{c,s} &= 9100s \frac{960 \text{ W/m}^2}{850 \text{ W/m}^2} = 10277,65 \text{ s} \end{aligned} \quad (4)$$



Gambar 11. Waktu Masak Tanpa Diawasi Terstandarisasi – *Stainless Steel Mirror 304*

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembuatan dan pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan untuk kompor energi matahari ini sebagai berikut.

1. Purwarupa kompor energi matahari telah dibuat dan berhasil memenuhi seluruh fungsinya, dapat beroperasi dengan baik dan daya masak memenuhi standard. Kompor dapat digunakan untuk proses memasak sehari-hari, namun kompor energi matahari masih membutuhkan beberapa peningkatan dan perubahan.
2. Berdasarkan pengujian, kompor energi matahari ini memiliki hasil Daya Masak Terstandarisasi yang sudah memenuhi standar yaitu mendekati 95 °C, temperatur tertinggi yang dicapai adalah 84 °C.
3. Hasil Temperatur Stagnasi Terstandarisasi kompor energi matahari adalah 84 °C.
4. Total waktu Pemanasan Sensible Terstandarisasi kompor energi matahari adalah 4148 detik atau 69 menit.
5. Total waktu Masak Tanpa Diawasi Terstandarisasi kompor energi matahari adalah 10277 detik atau 171,30 menit.
6. Kompor energi matahari yang dibuat memiliki diameter 117 cm dengan fokus 13 cm, dan berat alat total adalah 20 kg.
7. Nilai efisiensi dari kompor energi matahari yang didefinisikan dengan perbandingan Daya Insolasi rata-rata 561,48 W dengan Daya Masak rata-rata 24,86 W menghasilkan nilai efisiensi sebesar 4,42%.

## DAFTAR PUSTAKA

Afrianti, Dini. 2008. Matematika Kelompok Teknologi, Kesehatan, dan Pertanian. Jakarta : Penerbit Grafindo Media Pratama.

Basil Oktafor, E, "Performance Evaluating of a Parabolic Solar Cooker", *International Journal of Engineering and Technology*, 2013 No 10, Vol 3.

Bergler, H., Biermann, E., Grupp, M., Owen-Jones, M., and Palmer, R. (1999). "Moving Ahead with Solar Cookers", Deutsche Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany.

Elamin O. M. Akoy<sup>1</sup> , Abdalla I. A. Ahmed<sup>2</sup>, "Design, Construction and Performance Evaluation of Solar Cookers", *Journal of Agricultural Science and Engineering*, 2015 No2, Vol 1.

Hassan Noor. 2014. Rancang Bangun Dan Analisa Kompor Tenaga Surya Parabolik Dengan Lapisan Reflektif Alumunium. Skripsi. Jakarta : Jurusan Teknik Mesin, Universitas Trisakti.

NASA. "Global Data Radiation," Homepage online available from <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi>; Internet accessed 12 Mei 2017.

Solar Cooking Wikia, "Testing for Testing Standards," Homepage online available from [http://solarcooking.wikia.com/wiki/Testing\\_for\\_testing](http://solarcooking.wikia.com/wiki/Testing_for_testing); Internet accessed 24 November 2016.

Solar Cooking Wikia, "Shawn Shaw Testing on Solar Cooking Standards" Homepage online available from [http://images3.wikia.nocookie.net/cb20080215190132/solarcooking/images/e/e5/Shawn\\_Shaw\\_testing\\_on\\_solar\\_cooker\\_standards.pdf](http://images3.wikia.nocookie.net/cb20080215190132/solarcooking/images/e/e5/Shawn_Shaw_testing_on_solar_cooker_standards.pdf); Internet accessed 24 November 2016.

Sukhatme, SP. 1997. *Solar Energy*, 2<sup>nd</sup> ed. Mumbai: McGraw-Hill, Book Coy.